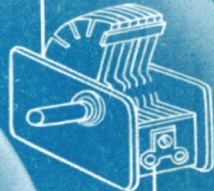
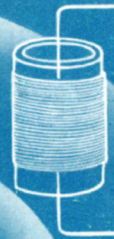


# RAVALICO RADIO ELEMENTI



D. E. RAVALICO

# R A D I O E L E M E N T I

**CORSO PREPARATORIO PER  
RADIOTECNICI E RIPARATORI**

**ELEMENTI GENERALI DI ELETTRICITÀ · ELEMENTI GENERALI DI RADIOTECNICA · PARTI COMPONENTI L'APPARECCHIO RADIO RICEVENTE · TEORIA E PRATICA DELLE VALVOLE RADIO · SCHEMI E DATI COSTRUTTIVI DI APPARECCHI RADIO A CRISTALLO E DI PICCOLI APPARECCHI A VALVOLE PER DILETTANTI · TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE, AUTOTRASFORMATORI E ALTOPARLANTI · SCHEMI E DATI PRATICI PER LA COSTRUZIONE DI APPARECCHI RADIOTRASMETTENTI, AD USO DEI DILETTANTI  
FORMULE, TABELLE, EFFEMERIDI**

**370 figure, 2 tavole  
fuori testo, e 12 tabelle**

**EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO**

**1953**

RISTAMPA ANASTATICA DA ORIGINALE EFFETTUATA IN  
CROWDFUNDING E SENZA FINI DI LUCRO

Progetto di pre stampa a cura dello studio editoriale  
*xedizioni.it* per conto de “Le Radio di Sophie”

*“Le Radio di Sophie” è disponibile ad assolvere i propri impegni nei  
confronti dei titolari di eventuali diritti sui testi pubblicati*

© 2016 leradiodisophie.it

## INDICE DEI CAPITOLI

Simboli, abbreviazioni e prefissi . . . . .	XIV
Segni matematici - Prefissi metrici - Equivalenti decimali . .	XVI
Multipli e sottomultipli delle unità di misura - Frequenza e lunghezza d'onda . . . . .	XVII
Equivalenza misure statunitensi e metriche . . . . .	XVIII
Filo rame per avvolgimenti bobine . . . . .	XIX
Scienziati che hanno contribuito al progresso della radiotecnica	XXI
Principali tappe della radiotecnica . . . . .	XXVII
Parti componenti l'apparecchio radio e relativi simboli inseriti nello schema di ricevitore a 4 valvole (tavola fuori testo)	XXXII
Parti componenti l'apparecchio radio e loro disposizione nei vari stadi di ricevitore a 4 valvole (tavola fuori testo).	XXXII

### Capitolo primo

#### TENSIONE, INTENSITÀ DI CORRENTE E RESISTENZA

Volt, ampere e ohm . . . . .	1
Multipli e sottomultipli . . . . .	2
Circuiti con pile e lampadine . . . . .	2

### Capitolo secondo

#### CIRCUITI A RESISTENZA

La legge di Ohm . . . . .	15
Circuiti con resistenze in serie . . . . .	18
Caduta di tensione ai capi di resistenze in serie . . . . .	20
Resistenze in parallelo . . . . .	22
Circuiti a resistenze accoppiate in serie-parallelo . . . . .	24
Il collegamento delle resistenze . . . . .	26

### Capitolo terzo

#### DIVISORI DI CORRENTE E DIVISORI DI TENSIONE

I. - Divisione di corrente:	
La divisione della corrente nei circuiti a resistenza . . . . .	29

## INDICE DEI CAPITOLI

Divisione della corrente nei circuiti in serie-parallelo . . . . .	31
Resistenza in ponte non bilanciato. Divisione della corrente . . . . .	33

### II. - Divisori di tensione:

Divisione della tensione in circuiti a resistenza . . . . .	36
Divisore di tensione a due resistenze . . . . .	38
Il divisore di tensione senza carico . . . . .	40
Divisore di tensione ad intensità di corrente prestabilita . . . . .	41
Divisore di tensione con carico . . . . .	43
Divisore di tensione negativa . . . . .	44
Determinazione grafica . . . . .	47

### Capitolo quarto

#### POTENZA ELETTRICA E RESISTENZE FISSE

La potenza elettrica . . . . .	51
Energia consumata e lavoro . . . . .	53
Le resistenze fisse . . . . .	55
Tolleranza dei valori delle resistenze . . . . .	57
Carico ammissibile delle resistenze . . . . .	58
Resistenze per la polarizzazione di griglia . . . . .	59

### Capitolo quinto

#### CAPACITÀ ELETTRICA E CONDENSATORE

La capacità elettrica . . . . .	64
Costante dielettrica . . . . .	66
Condensatori a carta . . . . .	69
Codice a colori per condensatori . . . . .	71
Condensatori elettrolitici . . . . .	72
Tensione di lavoro e tensione di prova . . . . .	76
Collegamento di condensatori . . . . .	78
Invenzione del condensatore . . . . .	85
La corrente di spostamento . . . . .	86
Reattanza del condensatore . . . . .	89
Esempio di applicazione pratica . . . . .	91
Perdite dielettriche . . . . .	93
Il vuoto come dielettrico . . . . .	95

### Capitolo sesto

#### BOBINE D'INDUTTANZA

Induttanza . . . . .	96
Tipi di bobine . . . . .	97
Capacità distribuita . . . . .	100
Filo conduttore . . . . .	101
Esempio di avvolgimento e fili . . . . .	102
Nuclei di poliferro . . . . .	103

## INDICE DEI CAPITOLI

---

Schermi di bobine . . . . .	104
Regolazione dell'induttanza . . . . .	105
Determinazione dell'induttanza . . . . .	106

### Capitolo settimo

#### INDUZIONE E RADIAZIONE

Radiazione e onde elettromagnetiche . . . . .	114
Induzione . . . . .	116
Radiazione . . . . .	126
Frequenza e lunghezza d'onda . . . . .	134
Spettro e gamme d'onda . . . . .	137
Estensione di gamma . . . . .	138
Produzione di corrente oscillante . . . . .	139

### Capitolo ottavo

#### PRINCIPIO DELLA RICEZIONE RADIO

L'apparecchio a cristallo . . . . .	141
Circuito d'antenna . . . . .	142
Il circuito di sintonia . . . . .	145
Circuito di rivelazione e di riproduzione sonora . . . . .	147
La cuffia telefonica . . . . .	149
Apparecchio a cristallo per ricezione di due o più stazioni . . . . .	149
Apparecchio a cristallo con circuito preselettore . . . . .	153
Apparecchio con due cristalli in controfase . . . . .	157

### Capitolo nono

#### LE VALVOLE RADIO

La corrente elettronica . . . . .	160
Il catodo . . . . .	166
L'amplificazione con valvole elettroniche . . . . .	168
Ricevitore con valvola in reazione . . . . .	181
Alimentazione in alternata . . . . .	184
Caratteristiche di funzionamento delle valvole . . . . .	187
Le valvole riceventi più comuni . . . . .	193

### Capitolo decimo

#### POLARIZZAZIONE DELLE VALVOLE RADIO

Polarizzazione con batteria . . . . .	195
Polarizzazione con resistenza catodica . . . . .	196
Polarizzazione dal ritorno negativo alta tensione . . . . .	201
Polarizzazione con la bobina di campo dell'altoparlante, in vecchi apparecchi . . . . .	211

## INDICE DEI CAPITOLI

---

### Capitolo undicesimo

#### ESEMPI DI APPARECCHI RADIO A VALVOLE

Caratteristiche generali dell'apparecchio radio . . . . .	214
Apparecchietto ad una valvola miniatura . . . . .	217
Apparecchietto ad una valvola subminiatura . . . . .	220
Esempio di apparecchio ad una valvola in reazione . . . . .	223
Esempio di apparecchio a due valvole, con reazione . . . . .	227
Esempio di apparecchio con due valvole miniatura . . . . .	230
Apparecchio a tre valvole miniatura per onde corte e medie . . . . .	231

### Capitolo dodicesimo

#### CIRCUITI DI CONVERSIONE DI FREQUENZA E VALVOLE CONVERTITRICI

Selettività e circuiti accordati . . . . .	237
Conversione di frequenza. . . . .	241
Allineamento dei circuiti . . . . .	245
Valvole convertitrici . . . . .	252
Valvole convertitrici di tipo americano . . . . .	256
Valvole convertitrici di tipo europeo . . . . .	259

### Capitolo tredicesimo

#### L'AMPLIFICAZIONE A MEDIA FREQUENZA, CIRCUITI E VALVOLE

Caratteristiche generali . . . . .	262
L'interferenza d'immagine . . . . .	263
Filtro di media frequenza . . . . .	276
Valvole amplificatrici di media frequenza di tipo americano . . . . .	278
Valvole amplificatrici di media frequenza di tipo europeo . . . . .	281

### Capitolo quattordicesimo

#### CIRCUITI E VALVOLE DI RIVELAZIONE E DI CONTROLLO AUTOMATICO DI VOLUME

##### I. - Circuiti e valvole di rivelazione:

Principio della rivelazione . . . . .	286
Componenti il circuito . . . . .	294
Valvole rivelatrici di tipo americano . . . . .	296
Valvole rivelatrici di tipo europeo . . . . .	300

##### II. - Il controllo automatico di volume e l'indicatore ottico di sintonia:

Principi generali del controllo automatico di volume . . . . .	302
L'indicatore ottico di sintonia . . . . .	313

X.

## INDICE DEI CAPITOLI

---

### Capitolo quindicesimo

#### L'AMPLIFICAZIONE FINALE, CIRCUITI E VALVOLE

Scelta della valvola finale . . . . .	326
Amplificazione finale con la EL3 . . . . .	327
Amplificazione finale con la 6V6 G/GT . . . . .	328
Amplificazione finale con la 6L6 G . . . . .	329
Amplificazione finale in controfase . . . . .	329
Controreazione a BF . . . . .	332
Commutatore di controreazione a BF . . . . .	334
Il controllo di tono . . . . .	335
Commutatore di tonalità . . . . .	338
Valvole finali di tipo americano . . . . .	340
Valvole finali di tipo europeo . . . . .	343

### Capitolo sedicesimo

#### TRASFORMATORI DI ALIMENTAZIONE E VALVOLE RADDRIZZATRICI

Funzionamento della valvola raddrizzatrice . . . . .	350
Principi del trasformatore di alimentazione . . . . .	355
Il cambio tensione . . . . .	356
Avvolgimenti del trasformatore . . . . .	358
Esempio pratico di trasformatore di alimentazione . . . . .	364
Valvole raddrizzatrici di tipo americano . . . . .	372
Valvole raddrizzatrici di tipo europeo . . . . .	375

### Capitolo diciassettesimo

#### ALIMENTAZIONE DEI PICCOLI APPARECCHI RADIO E AUTORADIO

Caratteristiche generali . . . . .	379
Alimentazione senza trasformatore . . . . .	382
Schemi di alimentatori senza trasformatore . . . . .	384
Esempio di apparecchio a due valvole alimentato in alternata . . . . .	387
Alimentazione con rettificatore ad ossido . . . . .	390
Caratteristiche di un raddrizzatore ad ossido di selenio . . . . .	392
Esempio di piccolo apparecchio con rettificatore al selenio . . . . .	394
Esempi di alimentatori a rettificatore metallico per apparecchi senza trasformatore . . . . .	396
Alimentatore a rettificatore metallico per apparecchi portatili . . . . .	397
Esempio di piccolo apparecchio radio ad autotrasformatore . . . . .	399
Esempio di piccolo apparecchio senza trasformatore . . . . .	401
Apparecchi autoradio . . . . .	403

### Capitolo diciottesimo

#### L'ALTOPARLANTE E LA RIPRODUZIONE SONORA

Principio di funzionamento e parti componenti . . . . .	409
Parti componenti l'altoparlante magnetodinamico . . . . .	410



## INDICE DEI CAPITOLI

L'altoparlante elettrodinamico . . . . .	413
Eccitazione degli altoparlanti elettrodinamici . . . . .	414
Il trasformatore d'uscita . . . . .	417
Particolarità degli altoparlanti . . . . .	421
Il fonorivelatore. Diaframma elettromagnetico . . . . .	428

### Capitolo diciannovesimo

#### IL CAMBIO D'ONDA NEGLI APPARECCHI ATTUALI

Vie e posizioni . . . . .	438
Commutatori di gamma . . . . .	445
Complesso commutatore-bobine . . . . .	452

### Capitolo ventesimo

#### SUDDIVISIONE DELLA GAMMA ONDE CORTE

Esplorazione della gamma onde corte-cortissime . . . . .	462
Suddivisione della capacità del variabile . . . . .	465
Estensione di gamma e rapporto di frequenza . . . . .	472

### Capitolo ventunesimo

#### APPARECCHI RADIO AD INDUTTORE VARIABILE

La sintonia a permeabilità variabile . . . . .	475
Esempi di apparecchi ad induttore variabile . . . . .	480
Apparecchi ad induttore variabile per onde medie e corte . . . . .	488

### Capitolo ventiduesimo

#### ALLINEAMENTO E TARATURA DEGLI APPARECCHI RADIO

Allineamento del circuito d'oscillatore con la scala parlante . . . . .	493
Taratura delle supereterodine . . . . .	495
Ordine di taratura . . . . .	496
Riepilogo . . . . .	497
Allineamento del circuito d'oscillatore. Alcuni casi particolari . . . . .	499

### Capitolo ventitreesimo

#### ASPETTI FONDAMENTALI DELLA RADIOTRASMISSIONE

Principi e definizioni . . . . .	506
Circuiti di valvole oscillatrici . . . . .	509
Il cristallo di quarzo nei trasmettitori . . . . .	512
Trasmettitore ad una valvola per principianti . . . . .	517

## INDICE DEI CAPITOLI

---

### Capitolo ventiquattresimo

#### ULTRAFREQUENZE, SUPERFREQUENZE E SUPER-REAZIONE

##### I. - Onde ultracorte e microonde:

Metri e megacicli . . . . .	523
Onde ultracorte e altissime frequenze . . . . .	523
Microonde decimetriche e ultrafrequenze . . . . .	527
Microonde centimetriche e superfrequenze . . . . .	530

##### II. - Impiego pratico della superreazione:

Principio della superreazione . . . . .	531
Rivelatori in superreazione : . . . . .	533
Apparecchi riceventi a superreazione per onde ultracorte . . . . .	536
Funzionamento dei ricevitori a superreazione . . . . .	541

INDICE ALFABETICO . . . . .	545
-----------------------------	-----

---

#### ERRATA-CORRIGE

A pag. 51, invece di:

la potenza elettrica è espressa in volt (abbr. V)

si legga:

la potenza elettrica è espressa in watt (abbr. W)

## SIMBOLI, ABBREVIAZIONI E PREFISSI

<b>A</b>	== ampere	<b>cg</b>	== centigrammo
<b>mA</b>	== milliampere	<b>hg</b>	== ettogrammo
<b><math>\mu</math>A</b>	== microampere	<b>kg</b>	== chilogrammo
<b>C</b>	== coulomb	<b><math>\gamma</math></b>	== (gamma) conduttività
<b>C</b>	== capacità	<b>H</b>	== henry
<b>°C</b>	== grado centigrado	<b><math>\mu</math>H</b>	== microhenry
<b>c.d.t.</b>	== caduta di tensione	<b>Hz</b>	== hertz
<b>cg</b>	== centigrammo	<b>kHz</b>	== chillohertz
<b>cm</b>	== centimetro	<b>MHz</b>	== megahertz
<b>c/s</b>	== ciclo al secondo	<b>h</b>	== ora
<b>cm<sup>2</sup></b>	== centimetro quadrato	<b>ha</b>	== ettaro (= 10.000 m <sup>2</sup> )
<b>cm<sup>3</sup></b>	== centimetro cubo	<b>I</b>	== corrente
<b>cos <math>\varphi</math></b>	== fattore di potenza	<b>J</b>	== joule
<b><math>\varphi</math></b>	== (fi) flusso magnetico	<b>kc/s</b>	== chilociclo al sec.
<b>dm</b>	== decimetro	<b>kg</b>	== chilogrammo
<b>dg</b>	== decigrammo	<b>kgm</b>	== chilogrammetro
<b>d.d.p.</b>	== diff. di potenziale	<b>km</b>	== chilometro
<b>dm<sup>2</sup></b>	== decimetro quadrato	<b>kHz</b>	== chillohertz
<b>dm<sup>3</sup></b>	== decimetro cubo	<b>kV</b>	== chilovolt
<b><math>\Delta</math></b>	== (delta) diff. finita	<b>kVA</b>	== chilovoltampere
<b><math>\delta</math></b>	== (delta) ang. di perdita	<b>kW</b>	== chilowatt
<b>E</b>	== forza elettromotrice	<b>kWh</b>	== chilowattora
<b><math>\epsilon</math></b>	== costante dielettrica	<b>k<math>\Omega</math></b>	== chilo-hom
<b>F</b>	== farad	<b>L</b>	== lira
<b>mF</b>	== millifarad	<b>L</b>	== induttanza
<b><math>\mu</math>F</b>	== microfarad	<b>l</b>	== litro
<b>pF</b>	== picofarad	<b><math>\lambda</math></b>	== (lambda) lunghezza di onda
<b>ff</b>	== frequenza	<b>M</b>	== mutua induttanza
<b>f.e.m.</b>	== forza elettromotrice	<b>Mc/s</b>	== megaciclo al sec.
<b>f.c.e.m.</b>	== forza contro elettromotrice	<b>MHz</b>	== megahertz
<b>G</b>	== conduttanza	<b>M<math>\Omega</math></b>	== megaohm
<b>g</b>	== grammo	<b>m</b>	== metro
<b>mg</b>	== milligrammo	<b>cm</b>	== centimetro

## SIMBOLI, ABBREVIAZIONI E PREFISSI

mm	=	millimetro	$\mu\text{S}$	=	microsiemens
km	=	chilometro	s	=	secondo (")
mA	=	milliampere	$T$	=	periodo
mH	=	millihenry	$t$	=	tempo
mm	=	millimetri	t	=	tonnellata (= 1000 kg)
m $\Omega$	=	milliohm	T $\Omega$	=	teraohm
mV	=	millivolt	$\varphi$	=	(fi) angolo di fase
mW	=	milliwatt	V	=	volt
m <sup>2</sup>	=	metro quadrato	kV	=	chilovolt
cm <sup>2</sup>	=	centimetro quadrato	mV	=	millivolt
mm <sup>2</sup>	=	millimetro quadrato	$\mu\text{V}$	=	microvolt
m <sup>3</sup>	=	metro cubo	VA	=	voltampere
dm <sup>3</sup>	=	decimetro cubo	kVA	=	chilovoltampere
cm <sup>3</sup>	=	centimetro cubo	W	=	watt
$\mu$	=	(mu) micron (= 10 <sup>-6</sup> m)	hW	=	ettowatt
$\mu$	=	permeabilità	kW	=	chilowatt
$\mu\text{A}$	=	microampere	Wh	=	wattora
$\mu\mu\text{F}$	=	micromicrofarad	kWh	=	chilowattora
$\mu\text{H}$	=	microhenry	$X$	=	reattanza
$\mu\text{S}$	=	microsiemens	$Y$	=	ammettenza
$\mu\Omega$	=	microohm	$Z$	=	impedenza
$\pi$	=	pi greco (3,1416...)	$\omega$	=	(omega) pulsazione
$Q$	=	carica elettrica	$\Omega$	=	(omega) ohm
q	=	quintale (= 100 kg)	$\mathcal{U}$	=	mho
$R$	=	resistenza elettrica	$\mu\Omega$	=	microohm
$\rho$	=	(ro) resistività	$\mu\mathcal{U}$	=	micromho
S	=	siemens	M $\Omega$	=	megaohm

**ABBREVIAZIONI, SEGNI E PREFISSI**

**SEGNI MATEMATICI**

Più . . . . .	+	Maggiore di... . . . .	>
Meno . . . . .	-	Minore di... . . . .	<
Moltiplicato per . . . . .	×	Maggiore o uguale a... . . . .	≥
Diviso per . . . . .	÷	Minore o uguale a... . . . .	≤
Da... a... . . . . .	÷	Molto maggiore di... . . . .	»
Uguale a... . . . . .	=	Molto minore di... . . . .	«
Diverso da... . . . . .	≠	Infinito . . . . .	∞
Proporzionale a... . . . . .	≡	Radice quadrata di... . . . .	√
Circa . . . . .	~		

**PREFISSI METRICI**

Simbolo	Valore	Nome	Prefisso
$\mu\mu$ o p	$10^{-12}$	Bilionesimo . . . . .	micromicro o plico
m $\mu$	$10^{-9}$	Millesimo di milionesimo	milli-micro
$\mu$	$10^{-6}$	Milionesimo . . . . .	micro
m	$10^{-3}$	Millesimo . . . . .	milli
c	$10^{-2}$	Centesimo . . . . .	centi
d	$10^{-1}$	Decimo . . . . .	deci
	1	Uno . . . . .	uni
D	10	Dieci . . . . .	deca
h	$10^2$	Cento . . . . .	etto
k	$10^3$	Mille . . . . .	chilo
Dk	$10^4$	Diecimila . . . . .	miria
M	$10^6$	Milione . . . . .	mega
T	$10^{12}$	Billione . . . . .	tera

**EQUIVALENTI DECIMALI**

1/64	0,0165	7/16	0,4375
1/31	0,021	1/2	0,500
1/16	0,0625	9/16	0,5625
3/32	0,0936	5/8	0,625
1/8	0,125	11/16	0,6825
3/16	0,1875	3/4	0,750
1/4	0,250	13/16	0,8125
5/16	0,3125	7/8	0,875
3/8	0,3750	15/16	0,9375

ABBREVIAZIONI, SEGNI E PREFISSI

MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DELLE UNITÀ  
DI MISURA

Ampere . . . . .	= 1.000.000.000.000 di . . .	micromicroampere
Ampere . . . . .	= 1.000.000.000 di . . . . .	microampere
Ampere . . . . .	= 1.000 . . . . .	milliampere
Chilociclo . . . . .	= 1.000 . . . . .	cicli
Chilovolt . . . . .	= 1.000 . . . . .	volt
Chilowatt . . . . .	= 1.000 . . . . .	watt
Ciclo . . . . .	= 0,000,001 . . . . .	megaciclo
Ciclo . . . . .	= 0,001 . . . . .	chilociclo
Farad . . . . .	= 1.000.000.000.000 di . . .	micromicrofarad
Farad . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	microfarad
Farad . . . . .	= 1.000 . . . . .	millifarad
Henry . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	microhenry
Henry . . . . .	= 1.000 . . . . .	millihenry
Megaciclo . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	cicli
Mho . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	micromho
Mho . . . . .	= 1.000 . . . . .	millimho
Microampere . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	ampere
Microfarad . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	farad
Microhenry . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	henry
Micromho . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	mho
Microhm . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	ohm
Microvolt . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	volt
Microwatt . . . . .	= 0.000.001 . . . . .	watt
Micromicrofarad . . . . .	= 0.000.000.000.001 . . . . .	farad
Micromicroohm . . . . .	= 0.000.000.000.001 . . . . .	ohm
Milliampere . . . . .	= 0.001 . . . . .	ampere
Millihenry . . . . .	= 0.001 . . . . .	henry
Millimho . . . . .	= 0.001 . . . . .	mho
Milliohm . . . . .	= 0.001 . . . . .	ohm
Millivolt . . . . .	= 0.001 . . . . .	volt
Milliwatt . . . . .	= 0.001 . . . . .	watt
Ohm . . . . .	= 1.000.000.000.000 di . . .	micromicroohm
Ohm . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	microohm
Ohm . . . . .	= 1.000 . . . . .	milliwatt
Volt . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	microvolt
Volt . . . . .	= 1.000 . . . . .	microvolt
Watt . . . . .	= 1.000.000 di . . . . .	microwatt
Watt . . . . .	= 1.000 . . . . .	milliwatt
Watt . . . . .	= 0.001 . . . . .	chilowatt

FREQUENZA E LUNGHEZZA D'ONDA

$$\text{Lunghezza d'onda in metri} = \left. \begin{array}{l} \frac{300.000}{\text{Frequenza in chilohertz}} \\ \text{oppure} \\ \frac{300}{\text{Frequenza in megahertz}} \end{array} \right\}$$

## ABBREVIAZIONI, SEGNI E PREFISSI

(segue) Frequenza e lunghezza d'onda

ONDE MEDIE		ONDE CORTE	
Frequenza In chiloherzt	Lunghezza d'onda In metri	Frequenza In megahertz	Lunghezza d'onda In metri
550	545	1,5	200
600	500	2	150
650	461	3	100
700	429	4	75,0
750	400	5	60,0
800	375	6	50,0
850	353	7	42,9
900	333	8	37,5
960	316	9	33,3
1000	300	10	30,0
1050	286	11	27,3
1100	273	12	25,0
1150	261	13	23,1
1200	250	14	21,4
1250	240	15	20,0
1300	231	16	18,8
1350	222	17	17,6
1400	214	18	16,7
1450	207	19	15,8
1500	200	20	15,0

## EQUIVALENZA MISURE STATUNITENSI E METRICHE

Per trasformatore	In	Moltiplicare per
Mils . . . . .	mm	0,0254
Mils circolari . . . . .	mm <sup>2</sup>	0,000506
Pollce <sup>2</sup> . . . . .	cm <sup>2</sup>	6,45
Spire per pollice . . . . .	spire per cm	0,396
Spire per pollice <sup>2</sup> . . . . .	spire per cm <sup>2</sup>	0,155
Piedi per libbra . . . . .	metri per kg	0,671
Ohm per 1000 piedi . . . . .	ohm per km	3,28

**ABBREVIAZIONI, SEGNI E PREFISSI**

**FILO RAME PER AVVOLGIMENTI BOBINE**

Diametro filo mm	Lunghezza filo smaltato in m per g	Spire per centimetro		
		smalto	2 × cotone	2 × seta
0,05	51	146	60	81
0,10	13	81	34	44
0,12	9,5	66	30	40
0,14	7	58	28	37
0,16	5	52	26	34
0,18	4	46	24	31
0,20	3,5	42	22	28
0,22	3	38	21	26
0,25	2	35	20	25
0,30	1,5	29	18	22
0,35	1	25	16	20
0,40	0,85	22	15	18
0,45	0,68	20	14	16
0,50	0,55	18	13	15
0,60	0,38	15	12	13
0,70	0,28	13	10	11
0,80	0,22	11,5	9,5	10
0,90	0,12	10	8,5	9
1,00	0,14	9	7,5	8





## SCIENZIATI CHE HANNO CONTRIBUITO AL PROGRESSO DELLA RADIOTECNICA

- ARMSTRONG** Edvino (New York, 1890). Ingegnere statunitense, radiotecnico, inventore del circuito a reazione (1912), della supereterodina (1918), del circuito super-reazione (1920), sviluppò il sistema di modulazione di frequenza ed ideò un sistema (1939) per diminuire le interferenze.
- BELLINI** Ettore (Foligno 1876). Scienziato, inventò insieme al cap. Tosi, il « radiogoniometro », apparecchio usato per guidare la rotta delle navi e degli aeroplani.
- BRANLY** Edoardo (Amiens 1844 - Parigi 1940). Si occupò di telegrafia senza fili utilizzando il coherer di Calzecchi Onesti e l'antenna di Marconi.
- BARKHAUSEN** Enrico (Brema 1881). Ideò un particolare oscillatore a valvola con il quale ottenne correnti oscillanti ad altissima frequenza, atte per l'irradiazione di microonde.
- BRAUN** Carlo Ferdinando (Fulda 1850 - New York 1918). Fisico tedesco; eseguì alcune fondamentali esperienze con i raggi catodici. Nel 1919 divise con Marconi il premio Nobel per la fisica. Si deve a Braun il tubo a raggi catodici oggi usato per la ricezione della televisione (tubo di Braun). Le immagini televisive appaiono sullo schermo piatto del tubo, sulla parte posteriore del quale è deposto uno strato di materiale fluorescente, che si illumina sotto l'azione dei raggi catodici in rapido movimento nell'interno del tubo.
- CALZECCHI ONESTI** Temistocle (Lapedona-Ascoli 1853 - Montebiano 1922). Utilizzò la proprietà della limatura di ferro di diventare conduttrice per effetto della captazione di onde radio da parte di un'antenna. Nel 1884 ideò un dispositivo detto « coherer » o « coesore », costituito da un tubetto di limatura di ferro e da un campanello, collegato fra un'antenna esterna e una presa di terra, utilizzato per molti anni per la segnalazione di scariche atmosferiche, preannuncianti l'arrivo di temporali, ed anche per i primi segnali di telegrafia senza fili. Il coherer di Calzecchi Onesti ebbe molta importanza per essere stato il primo rivelatore radio.
- COOLIDGE** Guglielmo Davide (Hudson Massachussets 1873). Perfezionò le valvole radio ed i tubi a raggi catodici, contribuendo notevolmente alla diffusione della « röntgenterapia ».
- DE FOREST** Lee (Council Bluffs-Jowa 1873), Perfezionò notevolmente la valvola elettronica a due elettroni di Fleming, rendendola adatta ad amplificare i segnali radiotelegrafici, e ciò con l'introduzione

## **SCIENZIATI CHE HANNO CONTRIBUITO**

---

di un terzo elettrodo detto « griglia ». Dette in tal modo Inizio a tutta l'elettronica e contribuì grandemente al progresso delle radiocomunicazioni.

**DUDEL** Guglielmo Du Bois (Londra 1872-1917). Ingegnere elettrotecnico. Perfezionò i sistemi di trasmissione radiotelegrafica mediante un dispositivo ad arco voltaico collegato ad un circuito oscillatorio, con il quale ottenne nel 1900 delle oscillazioni persistenti di frequenza acustica, che fu detto « arco cantante D. » e dal quale derivarono poi i generatori di oscillazioni persistenti per radiofrequenza ad arco voltaico. Eseguì ricerche sulla resistenza dell'arco elettrico e sulle correnti alternate.

**EDISON** Tommaso Alva (Milan-Ohio 1847 - West Orange-N. J. 1931). Inventore ed elettrotecnico autodidatta. Realizzò varie invenzioni di grande importanza e contribuì al progresso della tecnica industriale. Inventò il microfono a carbone (1876) che permise l'attuazione pratica del telefono; inventò il fonografo (1878), la lampada elettrica ad incandescenza con filamento di cotone carbonizzato (1879), che successivamente fu da lui stesso perfezionata con l'introduzione di un filamento di platino in ampolla di vetro vuotata dall'aria. Rilevò per primo nel 1884 il fenomeno del passaggio di una corrente fra il filamento incandescente di una lampadina elettrica ed un elettrodo positivo presente nella lampadina; da tale osservazione sperimentale ebbero origine le valvole elettroniche, oggi alla base di tutte le radiocomunicazioni. Nel 1889 costruì il primo rudimentale cinematografo (« cinetoscopio »). Al nome di E. sono ancora legati la telegrafia duplex e la prima centrale elettrica di New York, capace di alimentare 2500 lampadine (1882).

**FERMI** Enrico (Roma, 1901). Fisico italiano, premio Nobel 1938 per la fisica. Enunciò una teoria sulla statistica degli elettroni; studiò l'azione dei neutroni nella disintegrazione del nucleo atomico, la trasmutazione dell'atomo di uranio, ecc.

**FESSENDEN** Reginald Aubrey (Milton 1866 - Hamilton-Bermude). Ideò e costruì i primi alternatori ad alta frequenza per la trasmissione radiofonica ad arco voltaico.

**FLEMING** Giovanni Ambrogio (Lancaster 1849 - Devon 1945). Perfezionò la tecnica dell'illuminazione elettrica ed attuò, nel 1904, l'applicazione pratica dell'effetto Edison con la realizzazione della prima valvola radio a due elettrodi, detta diodo, usata in quell'epoca per la ricezione radio e dalla quale ebbero inizio tutte le altre valvole elettroniche. Enunciò le cosiddette « regole della mano destra » che servono a trovare il verso della forza elettromotrice indotta da un conduttore mobile in un campo magnetico e quelle « della mano sinistra » che servono a trovare il verso della forza alla quale si trova sottoposto un conduttore percorso da corrente ed immerso in un campo magnetico.

**GALVANI** Luigi (Bologna 1737-1798). Fisico e medico. Realizzò nel 1786 l'esperienza che doveva renderlo immortale aprendo la via

allo studio dell'elettrofisiologia. In quell'anno, ossia un secolo prima della scoperta delle onde radio, notò che ogni qualvolta girava una macchinetta a strofinio e produceva delle scintille, si verificavano rapide contrazioni delle zampe posteriori di una rana uccisa e scorticata, messa ad asciugare sopra una tavoletta di legno. Ad ogni scintilla corrispondeva una contrazione la quale era tanto più forte quanto più la scintilla scoppiava vicino alla rana. Ciò avveniva poichè le scintille producevano oscillazioni elettriche e quindi onde radio, le quali raggiungevano i nervi crurali della rana e determinavano in essi analoghe oscillazioni elettriche che causavano le contrazioni muscolari. L'esperimento di G. è oggi considerato il punto di partenza delle radiocomunicazioni, poichè la rana scorticata agiva esattamente come un rivelatore di onde radio diffuse dalle scariche elettriche atmosferiche. In seguito Calzecchi Onesti sostituì la rana di G. con il proprio coesore.

**GEISSLER Enrico** (Igelshieb-Meiningen 1814 - Bonn 1879). Ideò la pompa a mercurio e legò il suo nome allo studio della scarica elettrica nei gas rarefatti ideando i «tubi di G.», che sono tubi di vetro contenenti gas di varia natura e a pressioni diverse (sempre però molto piccole e dell'ordine di qualche millimetro di mercurio). Dai tubi di G. sono derivati i moderni «tubi luminescenti».

**HEAVISIDE Oliviero** (Londra 1850 - Torquay 1925). Noto soprattutto per aver esposto nel 1902 (contemporaneamente a Kennelly) l'ipotesi, confermata dalle esperienze della esistenza di uno strato ionizzato nella stratosfera («strato di H.») che si comporta come uno specchio, riflettendo verso terra le radioonde e permettendo il collegamento fra due punti a grande distanza (tale strato si troverebbe di giorno a 150 km dal suolo e di notte a 400 km. Sviluppò e perfezionò la teoria del campo elettromagnetico di Maxwell; precorse la teoria elettronica, riconoscendo una massa di natura elettromagnetica e prevedendo la sua variazione con la velocità.

**HEISING Raimondo** (Albert Lea-Minn. 1888). Radiotecnico statunitense noto per lo sviluppo dato ai sistemi di modulazione per la radiotelegrafia.

**HENRY Giuseppe** (Albany 1797 - Washington 1878). Precursore dell'elettromagnetismo, ebbe per primo l'idea di isolare un filo conduttore ed avvolgerlo a forma di bobina, al fine di esaltarne gli effetti magnetici.

**HERTZ Enrico** (Amburgo 1857 - Bonn 1894). Dimostrò sperimentalmente per primo l'esistenza delle onde elettromagnetiche che Maxwell aveva previsto teoricamente e che Marconi applicò alla telegrafia senza fili. Tali onde, che da lui presero il nome «di onde hertziane», si propagano nello spazio con la velocità della luce e presentano stretta analogia con le onde luminose, dalle quali differiscono solo per una maggiore lunghezza d'onda. H. ideò inoltre un circuito oscillante («oscillatore di H.»), ottenuto mediante un rocchetto di Ruhmkorff, una capacità ed uno spinterometro, ed il primo rivelatore delle onde hertziane («risuonatore

di H.») costituito da un semplice anello a spinterometro. Scopri per primo nel 1887 l'effetto fotoelettrico che un anno dopo venne confermato da Hallwachs, oggi alla base del cinema sonoro e della televisione.

**HUGHES** David Edward (Londra 1831-1900). Inventore del primo apparecchio telegrafico stampante introdotto in Europa nel 1860 e in Italia nel 1861.

**KERR** Giovanni (Ardrossan 1824 - Glasgow 1907). Noto per la scoperta dei due effetti che portano il suo nome e precisamente: l'«effetto magnetooptico», per cui un raggio di luce polarizzato rettilineamente che incida obliquamente su un polo speculare di una forte elettrocalamita viene riflesso polarizzato elettricamente; e l'«effetto elettroottico» noto comunemente sotto il nome di «effetto K.» per cui alcuni liquidi isotropi (come il solfuro di carbonio e il nitrobenzolo) sottoposti all'azione di un elevato campo elettrico, diventano birifrangenti; «cellula di K.», la quale venne usata durante i primi esperimenti di televisione.

**LANGMUIR** Irving (Brooklyn 1881). Premio Nobel 1932 per la chimica. Sviluppò la teoria elettronica della valenza e distinse l'elettravalenza dalla covalenza; eseguì ricerche sulla chimica-fisica degli strati superficiali; si occupò della determinazione della temperatura di fusione di solidi difficilmente fusibili; inventò la lampada elettrica ad incandescenza in atmosfera gassosa; eseguì importanti studi sull'emissione elettronica nelle valvole radio.

**MAIORANA** Quirino (Catania 1871 - vivente). Nel periodo dal 1904 al 1910, eseguì alcune importanti esperienze dando inizio alle primissime trasmissioni e ricezioni di telefonia senza fili mediante un apposito microfono idraulico da lui stesso inventato. Indagò sulla costanza della velocità della luce col moto della sorgente, sui raggi X, sui fenomeni fotoelettrici in valvole radio e sull'assorbimento della gravitazione. Costruì la prima valvola a quattro elettrodi e introdusse la telefonia ottica con radiazioni ultraviolette e infrarosse. Scopri l'effetto «M.», per cui, quando le soluzioni di ferro sono soggette all'azione di un campo magnetico presentano un fenomeno di birifrangenza.

**MARCONI** Guglielmo (Bologna 25-4-1874 - Roma 20-7-1937). Nell'estate del 1894, ventenne, a Pontecchio, nei pressi di Bologna, Marconi, utilizzando il segnalatore di scariche elettriche atmosferiche ideato dieci anni prima dal Prof. Calzecchi-Onesti, compì i primi esperimenti di telegrafia senza fili a breve distanza. Le trasmissioni venivano effettuate con antenna e presa di terra collegate ad un rocchetto di Ruhmkorff.

Il giorno 3 ottobre 1894 venne per la prima volta stabilita una comunicazione via radio tra due punti situati ad una distanza di circa 50 metri. Tale distanza venne quindi aumentata gradualmente. Nella primavera del 1895 Marconi dimostrò che le onde radio potevano superare l'ostacolo di una collina. Il 2 febbraio 1896 Marconi, partì per l'Inghilterra, dove alcuni suoi parenti si

erano offerti di aiutarlo. Il Direttore delle poste e telegrafi inglese, Sir William Preece fu subito uno dei primi sostenitori dell'inventore e aiutò Marconi al conseguimento del suo primo brevetto (2 giugno 1896).

Il 14 maggio 1897 venne stabilita la comunicazione via radio attraverso il canale di Bristol (13 km di distanza); il 18 luglio 1897 venne stabilito un contatto radio tra la nave S. Martino e l'arsenale di S. Bartolomeo (Spezia) alla distanza di 18 km; il 27 marzo 1898 comunicazione tra Inghilterra e Francia attraverso la Manica (33 km). Il 10 dicembre 1901 il primo messaggio via radio partì da Poldhu (Inghilterra) e venne ricevuto all'isola di Terranova (America del Nord).

Nel 1902 Marconi ideò il primo detector magnetico sperimentandolo a bordo della R. nave Carlo Alberto. Nel 1903 gli apparecchi trasmettenti vennero perfezionati con lo spinterogeno rotante che permetteva una maggiore stabilità nelle comunicazioni.

Le navi installarono a bordo le prime stazioni trasmettenti-riceventi per la salvaguardia della vita umana sul mare. Nel 1909 venne salvato per merito della radio l'equipaggio del piroscafo inglese « Republic »; nel 1912 vennero raccolti i superstiti del transatlantico inglese « Titanic », affondato nell'Atlantico.

Nel 1916 Marconi compiva prove di trasmissione con onde di 15 metri di lunghezza, proseguendo poi gli esperimenti a bordo della nave « Elettra ». Nel 1924 inaugurò tra l'Europa e l'Australia il primo regolare servizio radiotelegrafico ad onde corte con antenne direttive.

Nel 1934 l'Elettra veniva guidata per mezzo della radio, senza bussola e senza visibilità, nel porto di Sestri Levante.

Marconi dedicò gli ultimi anni della sua vita allo studio delle onde ultracorte e delle microonde.

**MATTEUCCI Carlo** (Forlì 1811 - Ardenza-Livorno 1868). Fu l'ideatore del primo condensatore a mica con foglietti sovrapposti.

**MORSE Samuele** (Charlestown-Mass 1791 - Poughkeepsie-N. Y. 1872). Fisico e pittore, noto per l'invenzione del telegrafo elettromagnetico, ideato nel 1832, brevettato nel 1844 composto da raggruppamenti di segnali brevi e lunghi (punti e linee) opportunamente combinati, corrispondenti alle singole lettere dell'alfabeto e che costituisce il codice internazionalmente adottato per le telecomunicazioni.

**MAXWELL Giacomo Clark** (Edimburgo 1831 - Cambridge 1879). Fisico e matematico; ideò la teoria elettromagnetica della luce, identificando i fenomeni luminosi con i fenomeni elettrici. « Regola di M. »; regola mnemonico-pratica che consente di trovare il senso delle linee di forza del campo magnetico creato da una corrente, quando sia noto il verso di questa; se si orienta un comune cavatappi nella direzione di un conduttore percorso da corrente in modo che esso avanzi nel verso di questa, il suo senso di rotazione coincide con quello delle linee di forza.

## SCIENZIATI CHE HANNO CONTRIBUITO ECC.

---

**RICHARDSON** Owen Willams (Dewsbury-Yorkshire 1879). Fisico inglese, premio Nobel 1928 per la fisica; scoprì la legge dell'emissione elettrica dei metalli incandescenti; eseguì ricerche di spettroscopia, analizzando in particolare lo spettro molecolare dell'idrogeno.

**RIGHI** Augusto (Bologna 1850-1920). Scopri e provò sperimentalmente che le onde hertziane non sono altro che radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda maggiore della luce visibile; perfezionò le esperienze di Hertz, costruì speciali oscillatori. Scopri l'azione ionizzante dei raggi X nei gas che essi attraversano e spiegò il meccanismo della scarica elettrica nei gas rarefatti. Scopri nel 1880 (prima di Warburg) il fenomeno dell'isteresi magnetica; osservò il comportamento particolarmente notevole del bismuto nei riguardi dell'effetto Hall.

**THOMSON** Giuseppe Giovanni (Manchester 1856). Fisico inglese premio Nobel 1906 per la fisica. Eseguì ricerche sul passaggio dell'elettricità attraverso i gas. Misurò il rapporto tra la carica dell'elettrone e la sua massa; studiò la diffusione dei raggi X da parte della materia; propose uno dei primi modelli atomici.

**VALLAURI** Giancarlo (Roma 1882 - vivente). Ingegnere elettrotecnico, costruttore di macchine e di impianti (centro radiotelegrafico di Coltano), compì ricerche sui fenomeni del ferromagnetismo, sulle valvole radio e sulle alte frequenze; inventò il duplicatore magnetico di frequenza.

## PRINCIPALI TAPPE DELLA RADIOTECNICA

- 1780 L. Galvani (Italia) utilizza una gamba di rana per rivelare la presenza di onde radio, allora sconosciute, prodotte da scintille elettriche e da fulmini.
- 1791 (Italia) viene pubblicata la celebre monografia di Luigi Galvani « De viribus electricitatis artificialis In motu musculari ».
- 1842 J. Henry (America) scopre la natura oscillatoria della scintilla elettrica, fenomeno basilare della radiotecnica.
- 1873 J. C. Maxwell (Inghilterra) propugna l'ipotesi che le correnti dielettriche abbiano le stesse caratteristiche elettromagnetiche delle correnti di conduzione, ponendo così la base per la futura scoperta delle onde radio.
- 1879 D. E. Hughes (America) scopre che le scintille elettriche aumentano la conduttività delle polveri metalliche, fenomeno più tardi usato per la rivelazione delle onde radio.
- 1883 T. A. Edison (America) scopre l'effetto che porta il suo nome, punto di partenza delle valvole elettroniche.
- 1884 T. Calzecchi Onesti (Italia) utilizza l'effetto Hughes e realizza il coherer, primo radiorivelatore.
- 1885 T. A. Edison (America) irradia energia elettrica mediante un'antenna.
- 1887-1888 H. Hertz (Germania) sviluppa sperimentalmente le ipotesi di Maxwell e scopre le onde radio.
- 1890 E. Branly (Francia) utilizza il coherer, unito ad un'antenna, per segnalare la presenza di fulmini.
- 1894 A. Righi (Italia) a conclusione di sei anni di ricerche sperimentali dimostra la perfetta identità tra onde radio e onde luminose.
- 1895 G. Marconi (Italia) fa scoccare scintille fra un'antenna e una presa di terra e riesce a mettere in azione il coherer a 800 m di distanza, gettando le basi della telegrafia senza fili.
- 1897 G. Marconi (Italia) effettua la prima trasmissione radiotelegrafica attraverso il Canale di Bristol, su una distanza di 13 km.
- 1898 G. Marconi (Italia) effettua la prima trasmissione radiotelegrafica attraverso il Canale della Manica, su una distanza di 33 km.
- 1899 J. J. Thompson (Inghilterra) scopre che l'effetto Edison è dovuto a particelle di elettricità negativa, più tardi denominate elettroni.



## RPINCIPALI TAPPE DELLA RADIOTECNICA

---

- 1900 W. S. Entwisle (Inghilterra) costruisce la prima grande stazione radiotelegrafica, a Poldhu, nella Cornovaglia.
- 1901 G. Marconi (Italia) stabilisce la prima radioricezione attraverso l'Atlantico, ricevendo i segnali di Poldhu sulla costa dell'isola di Terranova, a 3600 km di distanza.
- 1901-1902 F. Magni (Italia) inventa un'antenna direttiva e apparecchi per la ricezione in duplex e quintuplex.
- 1902 G. Marconi (Italia) inventa il detector magnetico.
- 1902 (Italia) Prima crociera radiotelegrafica della nave da guerra « Carlo Alberto ».
- 1903 (Italia) Stazioni radiotelegrafiche campali vengono impiegate per la prima volta durante manovre militari.
- 1903 Prima conferenza internazionale radiotelegrafica a Berlino.
- 1904 G. Marconi (Italia) perfeziona i radiotrasmettitori introducendo lo spinterometro rotante, a scintilla strappata.
- 1904 G. Marconi (Italia) effettua ricezioni transatlantiche dal piroscalo « Lucania ».
- 1904 J. A. Fleming (Inghilterra) realizza la prima valvola elettronica rivelatrice (diodo) utilizzando l'effetto Edison.
- 1905 R. A. Fessenden (America) inventa un sistema di trasmissione radiotelegrafica ad onde persistenti, con alternatore ad alta frequenza, al posto del trasmettitore a scintilla.
- 1905 H. J. Dunwoody (America) realizza il rivelatore a cristallo di carborundum, in seguito molto usato per la radioricezione.
- 1906 A. Tosi e E. Bellini (Italia) effettuano le prime esperienze radiogoniometriche, ponendo le basi della radiogoniometria.
- 1906 R. A. Fessenden (America) effettua esperimenti di trasmissione di voci e suoni via radio, con l'impiego dell'alternatore ad alta frequenza.
- 1907 L. de Forest (America) inventa la valvola elettronica amplificatrice, a tre elettrodi; a cui dà il nome di « audion ». Tale invenzione avrà enorme importanza per lo sviluppo di tutte le radiocomunicazioni.
- 1907 (17 ottobre) Inizio del regolare servizio radiotelegrafico tra l'Europa e l'America.
- 1908 Q. Majorana (Italia) effettua trasmissioni di telefonia senza fili con generatore ad arco Poulsen e microfono idraulico di sua invenzione, su distanza di 500 km.
- 1909 S.O.S. del piroscalo « Republic » che affonda nell'Atlantico. Cinque navi accorrono sul luogo e portano in salvo tutti i passeggeri e tutto l'equipaggio.
- 1909 Inizio del servizio radiotelegrafico regolare tra l'Italia e Mogadiscio.
- 1911 Completamento della grande stazione radiotelegrafica di Coltano.

## PRINCIPALI TAPPE DELLA RADIOTECNICA

---

- 1912 S.O.S. del transatlantico « Titanic » affondante rapidamente. Il « Carpathia » raccoglie i segnali, accorre e salva 800 persone.
- 1912 I. Langmuir (America) adopera filamenti di tungsteno per le valvole radio.
- 1912 A. Meissner (Germania) e L. de Forest (America), nonché altri, indipendentemente, ottengono la produzione di corrente oscillatoria con la valvola elettronica, sostituendo in tal modo la scintilla e l'alternatore nei radiotrasmettitori. Punto di partenza delle attuali radiotrasmissioni.
- 1913 E. H. Armstrong (America) realizza con valvole elettroniche un amplificatore a circuiti accordati.
- 1913 A. Meissner (Germania) effettua una radiotrasmissione telefonica su distanza di 30 km.
- 1914 G. Marconi (Italia) collega radiotelefonicamente due navi da guerra incrocianti nel canale di Sicilia, su distanza di 70 km.
- 1915 I. Langmuir (America) perfeziona le valvole elettroniche elevando alquanto il vuoto interno.
- 1916 G. Marconi (Italia) esegue esperienze di radiotelegrafia diretta con onde ultracorte, da 3 a 4 metri.
- 1918 E. H. Armstrong (America), L. Levy (Francia) e W. Scottky (Germania) realizzano, indipendentemente, il ricevitore supereterodina, base di quasi tutti gli apparecchi radio attuali.
- 1919 W. Scottky (Germania) perfeziona la valvola elettronica agguinandole un quarto elettrodo, la griglia schermo, ciò che consente amplificazioni assai elevate.
- 1920 L. A. Hazeltine (America) perfeziona i radioricevitori, realizzando la neutrodina.
- 1920 (15 giugno) Hanno inizio da Chelmsford (Inghilterra) i primi programmi radio musicali destinati alle navi.
- 1920 (novembre) Entrano in esercizio negli Stati Uniti le prime stazioni radiofoniche con programmi musicali.
- 1920 G. Marconi (Italia) raggiunge la distanza di 120 km impiegando onde di tre metri.
- 1921-1922 Dilettanti di varie nazioni, tra cui l'Italia, utilizzano trasmettitori di potenza irrisoria per stabilire comunicazioni a grandissima distanza, mediante l'impiego di onde corte.
- 1924 G. Marconi (Italia) da bordo del « Cedric », in navigazione atlantica, constata la possibilità di ricevere da 2600 km, con onde di 92 metri, sotto la luce solare.
- 1924 G. Marconi (Italia) esegue esperienze diurne con onde di 32 m ed esegue collegamenti tra Poldhu e Buenos Aires, New York, Montreal e Sidney.
- 1924 (6 ottobre) Entra in servizio la prima stazione radiofonica italiana, con programmi per il pubblico.
- 1924 G. Marconi (Italia) stabilisce la prima comunicazione radiotelefonica tra l'Europa e l'Australia, su una distanza di circa 20.000 km.

## PRINCIPALI TAPPE DELLA RADIOTECNICA

---

- 1924-1925 (Inghilterra) Vengono costruite le due prime grandi stazioni radiotelegrafiche con antenne direttive (a fascio). Una viene eretta a Bodmin, l'altra a Grimsby.
- 1926 (24 ottobre) Inaugurazione del servizio regolare rapido (1250 lettere al minuto, alle prove) con antenne direttive, tra l'Inghilterra e il Canada.
- 1926-1927 Tecnici di varie nazionalità perfezionano le valvole elettroniche rendendole atte a maggiori amplificazioni (sino a 1000 volte).
- 1927 (26 agosto) Inaugurazione del collegamento radiotelegrafico rapido e in duplex, sistema Marconi, tra Londra e Bombay.
- 1928-1929 Vengono costruiti i primi apparecchi radio di tipo moderno, completamente alimentati dalla rete-luce, per radioaudizioni circolari.
- 1931 Viene realizzata in America la prima supereterodina ad alimentazione dalla rete-luce, per radioaudizioni circolari.
- 1931 G. Marconi (Italia) dal panfilo « Elettra » Incrociante nel Mediterraneo comunica bilateralmente con Sidney, in Australia.
- 1932 G. Marconi (Italia) effettua importanti esperimenti con microonde, e scopre che possono superare la portata ottica.
- 1932 (6 aprile) G. Marconi effettua comunicazioni con microonde impiegando antenne a riflettore, tra S. Margherita Ligure e Sestri Levante, su una distanza di 18 km.
- 1933 (Italia) Primo servizio radiofonico regolare con microonde, di 57 cm, tra il Vaticano e Castel Gandolfo.
- 1933 (America) Prima radiotrasmissione intorno al mondo, su distanza di circa 40.000 km, via Chicago, New York, Londra, Roma, Bombay, Manila, Honolulu, San Francisco e Chicago, in 3 minuti e 25 secondi.
- 1933 Entrano in servizio pratico, tanto in Europa che in America radio-indicatori di rotta per velivoli.
- 1935 T. L. Eckersley (Inghilterra) inventa un particolare radio-rivelatore di rotta per velivoli.
- 1936 R. Busignies (America) a conclusione di 10 anni di tentativi realizza la radiobussola per velivoli.
- 1937 (Inghilterra) Entra in esercizio un radiofaro Marconi per l'atterraggio dei velivoli in volo cieco.
- 1938 (America) Viene realizzato un nuovo tipo di radiofaro.
- 1940 A. L. Loomis (Inghilterra) propone un sistema iperbolico di determinazione del punto nave, ponendo le basi della radionavigazione guidata.
- 1940-1941 (Inghilterra) Vengono utilizzate radio onde (centimetriche) ed ha inizio la tecnica della radiogoniometria ad impulsi per la localizzazione dei velivoli nemici. Vengono utilizzati radiotrasmettitori magnetron e ricevitori a variazione della velocità elettronica (Klystron e analoghi). È la prima fase del radar.

## PRINCIPALI TAPPE DELLA RADIOTECNICA

---

- 1941-1942 (Inghilterra ed America) Con l'impiego delle microonde applicate alla radiogoniometria ad impulsi riesce possibile il comando automatico delle artiglierie antiaeree contro i velivoli nemici. Vengono utilizzate microonde da 3 a 10 cm di lunghezza. È la seconda fase del radar.
- 1942-1943 (Inghilterra e America) Con l'impiego dell'oscillografo a raggi catodici, unito alla tecnica delle microonde e a quella della radiogoniometria ad impulsi, viene realizzata la ricezione panoramica da bordo dei grandi velivoli. È la terza fase del radar.
- 1944 (America) Viene realizzato un nuovo radio-Indicatore a microonde per velivoli in volo cieco.
- 1946 (America) Entrano in esercizio i primi impianti per la radionavigazione controllata dei velivoli commerciali. Costituiscono un'applicazione pacifica del radar.
- 1946 (America) Entra in esercizio il « ponte radio » tra New York e Filadelfia, a microonde di 73 cm, il quale consente la contemporanea trasmissione di 32 conversazioni telefoniche senza filo.
- 1947 (America) Primo volo transatlantico radioguidato.
- 1947 (America) Entra in regolare servizio un nuovo sistema di radiotelegrafia ultrarapida, particolarmente adatta per messaggi-stampa. È il Tape Relay Sistem.



## CAPITOLO PRIMO

# TENSIONE, INTENSITÀ DI CORRENTE E RESISTENZA

### **Volt, ampere e ohm.**

La TENSIONE ELETTRICA ha per simbolo la lettera  $E$ , e per unità di misura il volt, abbreviato  $V$ . Sinonimi del termine tensione elettrica sono: *differenza di potenziale elettrico, potenziale elettrico, dislivello elettrico e voltaggio*. Il termine *forza elettromotrice* non è sinonimo di *tensione elettrica*.

L'INTENSITÀ DI CORRENTE ELETTRICA ha per simbolo la lettera  $I$ , e per unità di misura l'ampere, abbreviato  $A$ . Ha per sinonimo il termine *amperaggio*.

La RESISTENZA ELETTRICA ha per simbolo la lettera  $R$ , e per unità di misura l'ohm, abbreviato  $\Omega$ .

Il volt, l'ampere e l'ohm sono nomi comuni, stabiliti in base a convenzione internazionale, ed hanno lo stesso significato in tutti i Paesi del mondo. In Italia essi vanno scritti con iniziale minuscola e non ammettono il plurale. Esempi di scritture corrette e sbagliate:

#### SCRITTURE CORRETTE:

volt o  $V$

ampere o  $A$

ohm o  $\Omega$

#### SCRITTURE SBAGLIATE:

Volt, Volta, Volti, Volts, volta, volts, wolt, wolts

Ampere, Amp., Amperes, amp., amperes, amper

Ohm, Ohmi, Ohms, ohms.

## Multipli e sottomultipli.

Per la tensione elettrica sono in uso i seguenti multipli e sottomultipli dell'unità di misura, il volt:

kV = chilovolt = mille volt

mV = millivolt = un millesimo di volt

$\mu$ V = microvolt = un milionesimo di volt.

Per l'intensità di corrente sono in uso i seguenti sottomultipli dell'unità di misura, l'ampere:

mA = milliampere = un millesimo di ampere

$\mu$ A = microampere = un milionesimo di ampere.

Per la resistenza sono in uso i seguenti multipli e sottomultipli:

T $\Omega$  = teraohm = un milione di megaohm

M $\Omega$  = megaohm = un milione di ohm

k $\Omega$  = chiloohm = mille ohm

h $\Omega$  = ettoohm = cento ohm

m $\Omega$  = milliohm = un millesimo di ohm.

## Circuiti con pile e lampadine.

**PILA E CORRENTE ELETTRICA.** — La PILA produce CORRENTE ELETTRICA; è utilizzata per accendere lampadine tascabili, far suonare campanelli, e per altri scopi. È stata inventata nel 1800 da Alessandro VOLTA. (Volta nacque a Como il 18 febbraio 1745 e morì pure a Como il 5 marzo 1827).

La pila di Volta era molto semplice; in un vaso di vetro pieno di acqua salata si trovavano due placchette metalliche, una di rame (POLO POSITIVO della pila) e l'altra di zinco (POLO NEGATIVO della pila).

Molte altre pile sono state inventate dopo quella di Volta. Le principali sono circa un centinaio. Tra queste vi è l'attuale PILA A SECCO per lampadine tascabili. Essa è

provvista di due linguette metalliche esterne, una corta (polo positivo) e l'altra lunga (polo negativo). Se queste due linguette vengono messe in contatto con una lampadina, nel filamento della lampadina fluisce la corrente elettrica prodotta dalla pila, e la lampadina si accende. La corrente fluisce sempre nello stesso senso, nella stessa direzione, sempre dal polo positivo a quello negativo nell'interno della pila, e viceversa nel circuito esterno. È perciò detta **CORRENTE CONTINUA**.

Le due linguette metalliche della pila e la lampadina formano il **CIRCUITO ESTERNO**. La parte interna della pila forma il **CIRCUITO INTERNO**. Quando la lampadina è accesa si dice che il **CIRCUITO È CHIUSO**; quando si toglie la lampadina, oppure si stacca da essa una delle linguette, il **CIRCUITO È APERTO**. Se le due linguette della pila vengono messe in contatto diretto tra di loro, la pila è in **CORTOCIRCUITO**.

Quando la lampadina è accesa, la pila si scarica. In tal caso la scarica è normale. Quando la lampadina è spenta, ossia quando il circuito è aperto, la pila si scarica debolissimamente (dopo un anno, la pila è scarica anche se non è mai stata adoperata, ciò per varie cause, tra cui le perdite interne); quando la pila viene messa in cortocircuito essa si scarica rapidissimamente, in meno di un minuto. Se la lampadina viene accesa senza interruzione, la pila si scarica più rapidamente di quanto avvenga se la lampadina viene accesa di tanto in tanto.

**PILA DA CAMPANELLI (PILA LECLANCHÉ).** — È importante sia per la vasta diffusione che ebbe, ed ha tuttora; sia per il fatto che da essa è derivata l'attuale pila a secco per lampadine tascabili. È stata inventata da George Leclanché (1839-1882).

È costituita da un vaso di vetro con acqua contenente sale ammoniaco disciolto (è detto sale ammoniaco, ed è un cloruro ammonico). Nell'acqua è immersa una placchetta op-



pure un bastoncino di zinco, che costituisce il polo negativo (è detto **ELETTRODO NEGATIVO**). Al posto della placchetta di rame della pila di Volta, vi è un prisma di carbone di storta (polo positivo, **ELETTRODO POSITIVO**) messo al centro di un vaso poroso e circondato di graniglia di carbone (coke) e di biossido di manganese. È una pila di lunga durata, che si può facilmente ricaricare quando è scarica; basta aggiungere altro sale ammoniaco nell'acqua, e altra acqua se occorre.

**PILA A SECCO DA LAMPADINA TASCABILE.** — È di tipo Leclanché. Al posto del vaso di vetro c'è un bicchierino di zinco, il quale fa da elettrodo negativo e da recipiente (v. fig. 1.1). Al posto dell'acqua, vi è una soluzione

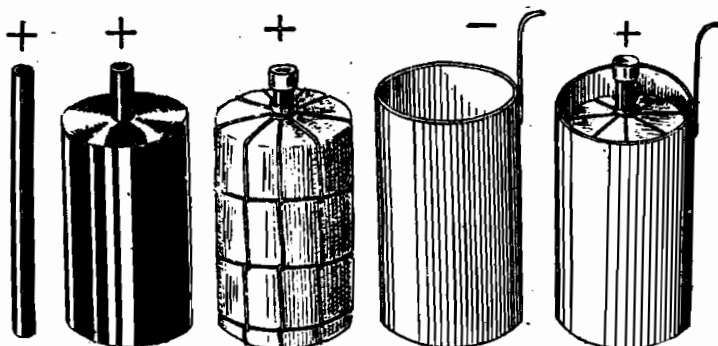


Fig. 1.1. - Vari componenti di una pila elettrica a secco.

gelatinosa di sale ammonico, che rimane immobile (detta **ELETTROLITA IMMOBILIZZATO**). Al posto del vaso poroso vi è un rivestimento di stoffa dell'elettrodo positivo. Esso è costituito dal solito bastoncino di carbone, intorno al quale è pressata grafite, nero fumo e biossido di manganese. L'insieme è detto **COMPRESSA**. La linguetta corta è saldata alla capsula di ottone posta in testa al bastoncino di carbone (polo positivo); la linguetta lunga è saldata al bicchierino di zinco (polo negativo).

## TENSIONE, INTENSITÀ DI CORRENTE E RESISTENZA

La gelatina non si deve essiccare; a tale scopo la pila, di forma tubolare, è chiusa ermeticamente con mastice bituminoso. Il mastice serve sia per evitare l'essiccamento, sia per dare solidità a tutta la pila.

**TENSIONE DELLA PILA.** — La TENSIONE ELETTRICA della pila non è eguale per tutti i tipi di pile; varia leggermente da una pila all'altra. Le pile da campanelli e quelle a secco hanno una tensione di circa 1,5 volt, quando sono

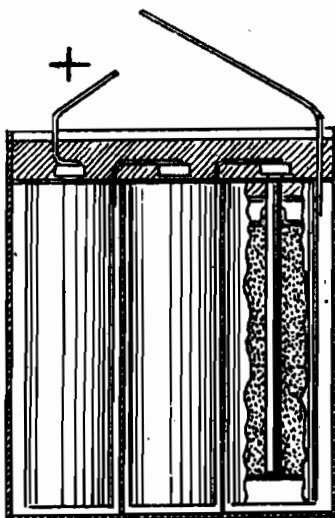


Fig. 1.2. - Parti componenti di una batteria da 4,5 volt.

cariche. Vi sono piccole lampadine tascabili, tipo « stilo » per le quali basta una minuscola pila a secco, tubolare, da 1,5 volt. Le lampadine un po' più grandi richiedono 4,5 volt. Non è possibile costruire una pila in grado da fornire da sola 4,5 volt. Se invece di una piccola pila a secco venisse costruita una pila molta grande, ad esempio con un vaso di zinco di un metro di diametro, del peso complessivo di

mezzo quintale, essa fornirebbe la stessa tensione di 1,5 volt. Per poter accendere una lampadina da 4,5 volt, è necessario collegarla ad una BATTERIA DI PILE, formata da tre pile tubolari, come in fig. 1.2.

Affinchè la tensione di due pile si sommi, basta collegare il polo positivo di una con il polo negativo dell'altra. Tra il polo negativo della prima pila, e il polo positivo della seconda, ossia tra i due poli rimasti liberi, è presente una

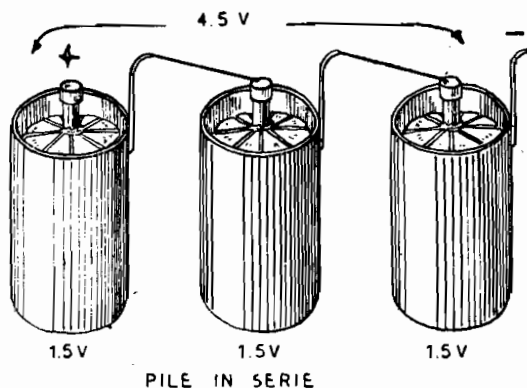


Fig. 1.3. - Il collegamento di tre pile in serie determina la somma delle tre tensioni.

tensione doppia, di 3 volt. Le due pile sono COLLEGATE IN SERIE.

Nelle batterie a secco da 4,5 volt, per normali lampadine tascabili, vi sono tre pile, ossia vi sono tre ELEMENTI, come in fig. 1.3. Una pila sola costituisce un ELEMENTO della batteria. Le tre pile sono collegate insieme, in serie, come tre uomini che si tengano per mano, la destra di uno nella sinistra dell'altro. Se la custodia della lampadina è tubolare, le tre pile sono messe una sotto l'altra; la capsula di ottone di una è in contatto con il fondo del bicchierino di zinco dell'altra. Se la forma è rettangolare, le tre pile sono

poste di fianco, e una piccola saldatura unisce internamente i loro poli.

Due batterie da 4,5 volt si possono collegare in serie, basta saldare la linguetta corta di una di esse con la linguetta lunga dell'altra. Tra le due linguette rimaste libere, una corta e una lunga, vi sono 9 volt. La tensione di cinque batterie collegate in serie è di 22,5 V; quella di dieci batterie in serie è di 45 V, e così via. Negli apparecchi radio di tipo portatile, alimentati con batterie, vi è una batteria che può essere di 45, 67,5 o 90 volt. È detta BATTERIA ANODICA.

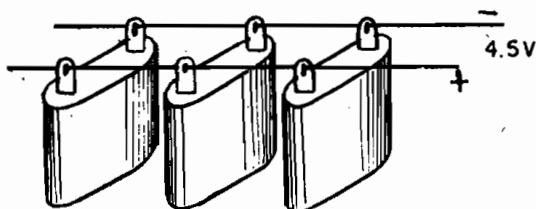
CAPACITÀ DELLA BATTERIA. — Una piletta da « stilo » del peso di 13 grammi ha la stessa tensione di una pila da faro, del peso di 1000 grammi. La differenza consiste nella CAPACITÀ. La pila da un chilo mantiene accesa la lampadina per un periodo di tempo molto più lungo. La capacità della piletta di 13 grammi può essere di mezzo amperora; quella della pila da 1000 grammi può essere invece di 35 amperora.

Per aumentare la capacità non è strettamente necessario costruire pile molto grandi, basta anche collegare insieme più pilette, con il risultato di sommare le loro correnti. A tale scopo vanno collegati insieme tutti i poli positivi, in modo da ottenere un unico polo positivo, e collegati insieme tutti i poli negativi, in modo da ottenere un unico polo negativo. Se le pile collegate in questo modo sono tre, il risultato è come se la dimensione di una di esse fosse triplicata. Le pile risultano COLLEGATE IN PARALLELO, come in fig. 1.4.

Negli apparecchi radio portatili le valvole richiedono 1,5 volt per accendersi; occorre una grossa pila da 1,5 volt, oppure 10 o 20 pilette da 1,5 volt, collegate in parallelo.

(I primi apparecchi radio apparvero nel 1921; erano alimentati con batterie di pile, alcune collegate in serie (*batteria anodica*), altre collegate in parallelo (*batteria d'accen-*

sione, spesso costituita da un batteria di accumulatori anzichè di pile, data la possibile ricarica degli accumulatori).



PILE IN PARALLELO

Fig. 1.4. - Il collegamento di tre pile in parallelo determina la somma delle correnti.

Questi apparecchi rimasero nell'uso sino al 1931, epoca in cui vennero costruite le valvole radio adatte per l'alimentazione dalla rete-luce.

**INTENSITÀ DI CORRENTE.** — Quattro pilette da 1,5 V. collegate in serie forniscono la tensione di 6 V. La si può utilizzare per accendere una lampadina da faro d'automobile, da 6 V. L'accensione della lampadina risulta normale all'inizio, ma subito dopo diminuisce gradatamente per finire con lo spegnersi. Ciò per il fatto che la lampadina assorbe una corrente d'intensità notevole, di 2 ampere; le pilette non possono erogare una corrente d'intensità superiore ad un quarto di ampere, diversamente risultano quasi in corto circuito, e si scaricano rapidamente.

Invece di una sola batteria di quattro pilette in serie, sarebbe stato necessario adoperare cinque batterie di quattro pilette ciascuna, con le pilette collegate in serie e le batterie collegate in parallelo. La tensione sarebbe rimasta inalterata, ossia 6 V, mentre la corrente erogata da ciascuna delle 20 pilette sarebbe stata d'intensità pari alla ventesima parte dell'intensità complessiva, ossia la ventesima parte di 2 A, cioè un decimo di ampere. È questa l'INTENSITÀ DI

CORRENTE normale delle pilette, e della batteria da 4,5 V. Le 20 pilette sarebbero risultate collegate in SERIE-PARALLELO.

Con il collegamento in serie SI SOMMANO LE TENSIONI, con il collegamento in parallelo SI SOMMANO LE INTENSITÀ DI CORRENTE, con il collegamento in serie-parallelo SI SOMMANO PARTE DELLE TENSIONI E PARTE DELLE CORRENTI.

RESISTENZA ELETTRICA. — La tensione determina l'intensità della corrente che fluisce in una lampadina, e in generale in un circuito qualsiasi. Le lampadine in uso sono adatte per varie tensioni, per esempio vi sono lampadine da 1,5 V, da 3 V, da 4,5 V, da 6 V, da 12 V. Differiscono tra di loro per la diversa RESISTENZA ELETTRICA del filamento. Tale resistenza si può calcolare facilmente, grazie alla LEGGE DI OHM. È data da:

$$\text{Resistenza in ohm} = \frac{\text{Tensione in volt}}{\text{Intensità di corrente in ampere.}}$$

Se si tratta di una piccola lampadina da 4,5 volt e 0,1 ampere, come in fig. 1.5, la resistenza del suo filamento è di:

$$\text{Resistenza in ohm} = \frac{4,5 \text{ volt}}{0,1 \text{ ampere}} = \frac{45}{1} = 45 \text{ ohm.}$$

Se si tratta di lampadina più forte, da 4,5 volt ma da 0,2 ampere, la resistenza è di  $4,5 : 0,2 = 45 : 2 = 22,5$  ohm. La resistenza è *inversamente proporzionale alla corrente*, più diminuisce la resistenza più aumenta la corrente. Ciò a parità di tensione.

Infatti, la resistenza di una lampadina da 3 V e 0,1 A, è di  $3 : 0,1 = 30$  ohm; quella di una lampadina da 1,5 V e 0,1 A, è di  $1,5 : 0,1 = 15$  ohm. A parità dell'intensità di cor-

rente (0,1 A), più diminuisce la tensione più diminuisce la resistenza; ossia la resistenza è direttamente proporzionale alla tensione.

Qualora siano note la tensione in volt e la resistenza

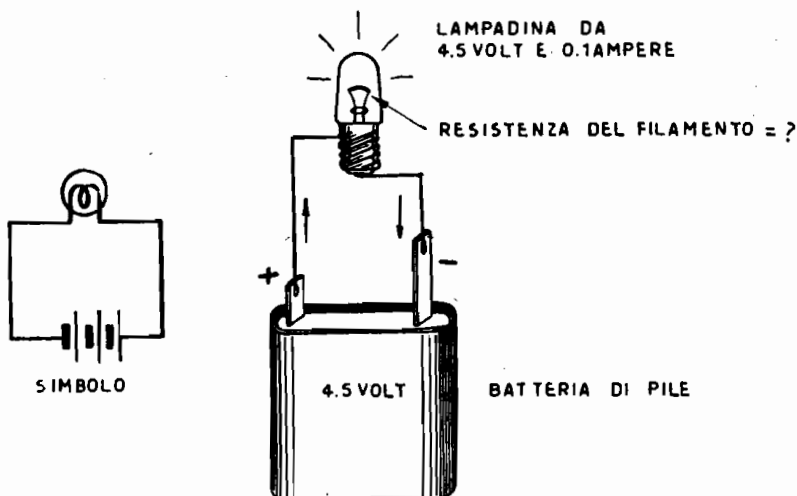


Fig. 1.5. - La resistenza del filamento della lampadina va calcolata con la legge di Ohm.

in ohm, è facile trovare la intensità della corrente nel filamento con la formula:

$$\text{Intensità di corrente in ampere} = \frac{\text{Tensione in volt}}{\text{Resistenza in ohm}}$$

Esempio: 6 volt e 3 ohm; l'intensità di corrente è di  $6 : 3 = 2$  ampere.

Nello stesso modo, se è nota l'intensità di corrente ed è nota la resistenza, la tensione risulta dalla seguente moltiplicazione:

$$\text{Tensione in V} = \text{Intensità di corr. in A} \times \text{Resistenza in ohm.}$$

Esempio: 1 ampere e 12 ohm; la tensione corretta è di  $1 \times 12 = 12$  volt.

Nota. — Se ad una lampadina si applica una tensione superiore alla richiesta, il filamento è percorso da una eccessiva intensità di corrente, per cui si interrompe, ossia si « brucia ». Esempio: una lampadina da 4,5 V viene collegata ad una batteria da 9 V e si « brucia ». Ciò avviene per il fatto che la corrente nel filamento è raddoppiata. Infatti, se la corrente normale è di 0,1 A, la resistenza è di 45 ohm. Applicando una tensione di 9 V ad una resistenza di 45 ohm, l'intensità di corrente risulta:

$$I = V : R \text{ ossia } I = 9 : 45 = 0,2 \text{ ampere.}$$

LAMPADINE IN SERIE. — Due lampadine da 4,5 V e 0,1 A possono venir accese con una batteria da 9 V. Basta collegarle IN SERIE. In questo caso le resistenze delle lampadine si sommano, ed esse si comportano come una sola lampadina di resistenza doppia, ossia di  $45 + 45 = 90$  ohm.

L'intensità di corrente è quella richiesta, infatti:

$$I = V : R \text{ ossia } 9 : 90 = 0,1 \text{ ampere.}$$

La tensione di 9 volt risulta divisa in due parti, 4,5 volt ai capi di una delle lampadine e 4,5 volt ai capi dell'altra. La sola condizione è che si tratti di lampadine che richiedano la stessa intensità di corrente, per esempio 0,1 A. Non si possono collegare in serie lampadine richiedenti diversa intensità di corrente, per esempio 0,1 A e 0,2 A.

Si possono, invece, collegare in serie lampadine di diversa tensione, purchè richiedano la stessa corrente: per esempio una da 1,5 V e 0,1 A, un'altra di 4,5 V e 0,1 A e una terza di 12 V e 0,1 A. Una batteria da 18 V, le accende tutte e tre in modo normale. La tensione di 18 V risulta divisa in tre parti, come richiesto dalle tre lampadine. Le tre resistenze corrispondenti sono: 15 ohm, 45 ohm e



CAPITOLO PRIMO

120 ohm; la resistenza complessiva è di 180 ohm. L'intensità di corrente è di:  $18 \text{ volt} : 180 \text{ ohm} = 0,1 \text{ ampere}$ .

Nota. — Se si collegano in serie tre lampadine, come

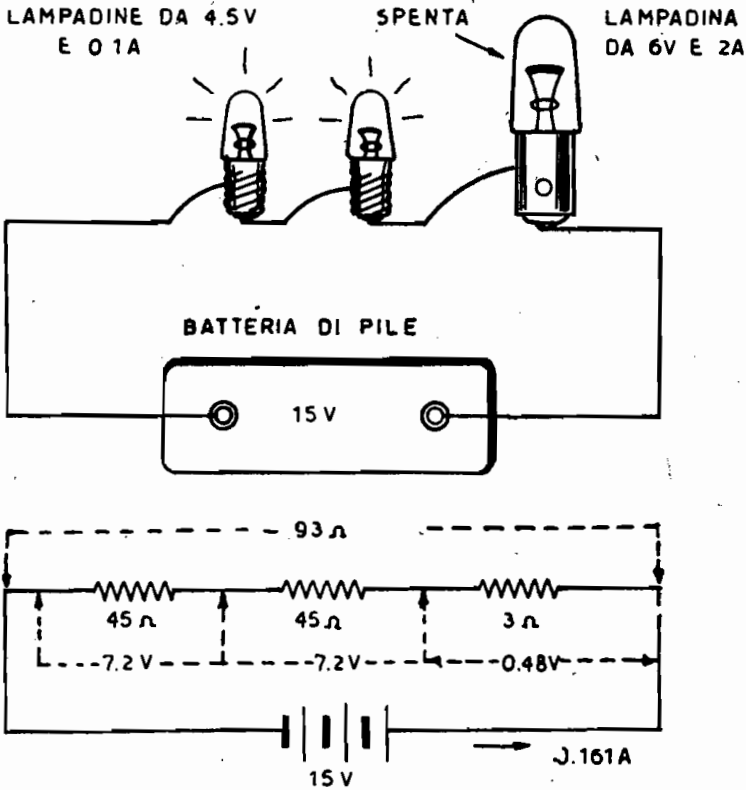


Fig. 1.8. - Disposizione pratica e schematica di tre lampadine in serie.

in fig. 1.6, due da 4,5 V e 0,1 A e una da faro d'auto da 6 V e 2 A, e si accendono con una batteria da  $4,5 + 4,5 + 6 \text{ volt} = 15 \text{ volt}$ , avviene che le due lampadine da 4,5 V si accendono troppo e possono bruciarsi, mentre quella da

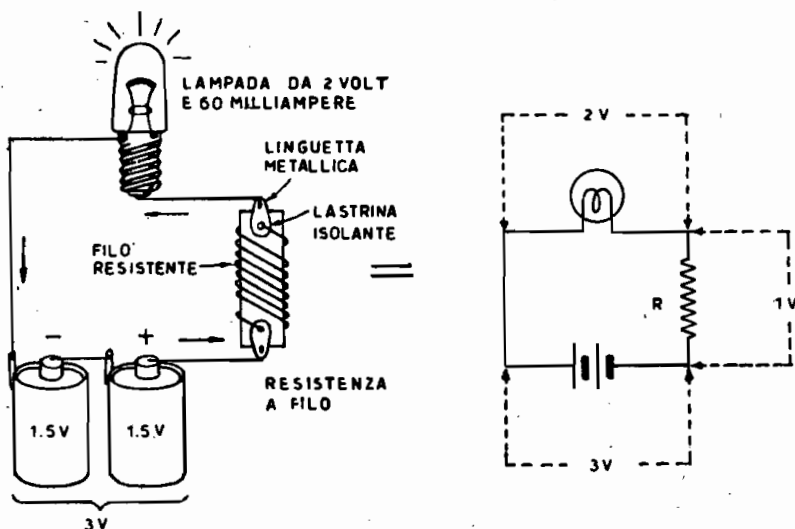
6 V rimane spenta. Controllo:

Resistenza delle tre lampadine:

$$45 \text{ ohm} + 45 \text{ ohm} + 3 \text{ ohm} = 93 \text{ ohm.}$$

Intensità di corrente:

$$15 \text{ volt} : 93 \text{ ohm} = 0,161 \text{ ampere.}$$



$$\text{RESISTENZA IN OHM} = \frac{\text{CADUTA DI TENSIONE RICHIESTA}}{\text{INTENSITÀ DI CORRENTE IN AMPERE}}$$

$$R = \frac{1 \text{ VOLT}}{0,06 \text{ AMPERE}} = 16,7 \text{ OHM}$$

Fig. 1.7. - Caduta di tensione ottenuta con la resistenza.

Tensione ai capi di ciascuna delle lampadine da 4,5 V:

$$45 \text{ ohm} \times 0,161 \text{ ampere} = 7,245 \text{ volt.}$$

Tensione ai capi della lampadina da 6 V:

$$3 \text{ ohm} \times 0,161 \text{ ampere} = 0,483 \text{ volt.}$$

Divisione della tensione:

$$7,245 \text{ V} + 7,245 \text{ V} + 0,483 = 14,973 \text{ V} = 15 \text{ volt.}$$

CADUTA DI TENSIONE. — L'accensione di una lampadina può avvenire con una batteria di tensione superiore, purchè si provveda alla necessaria CADUTA DI TENSIONE, mediante una RESISTENZA (detta anche RESISTORE) posta in serie, del tipo a *filo*. Ciascun metro di filo corrisponde ad una data resistenza; per es. un metro eguale a 200 ohm. Tagliando 22,5 cm di filo si ottengono 45 ohm. Se si dispone di una batteria di 3 V e di una lampadina da 2 V, basta collegare in serie una resistenza da 16,7 ohm, come in fig. 1.7. Ai capi della resistenza, si determina *la caduta di tensione* di un volt, che è quella desiderata.